

## KONSEP MIKROPENURASAN ALIRAN SILANG (MAS) DAN PENGGUNAANNYA DI INDUSTRI

oleh:

Ramlan Abdul Aziz dan Khairul Anuar Mahadi

### Abstrak

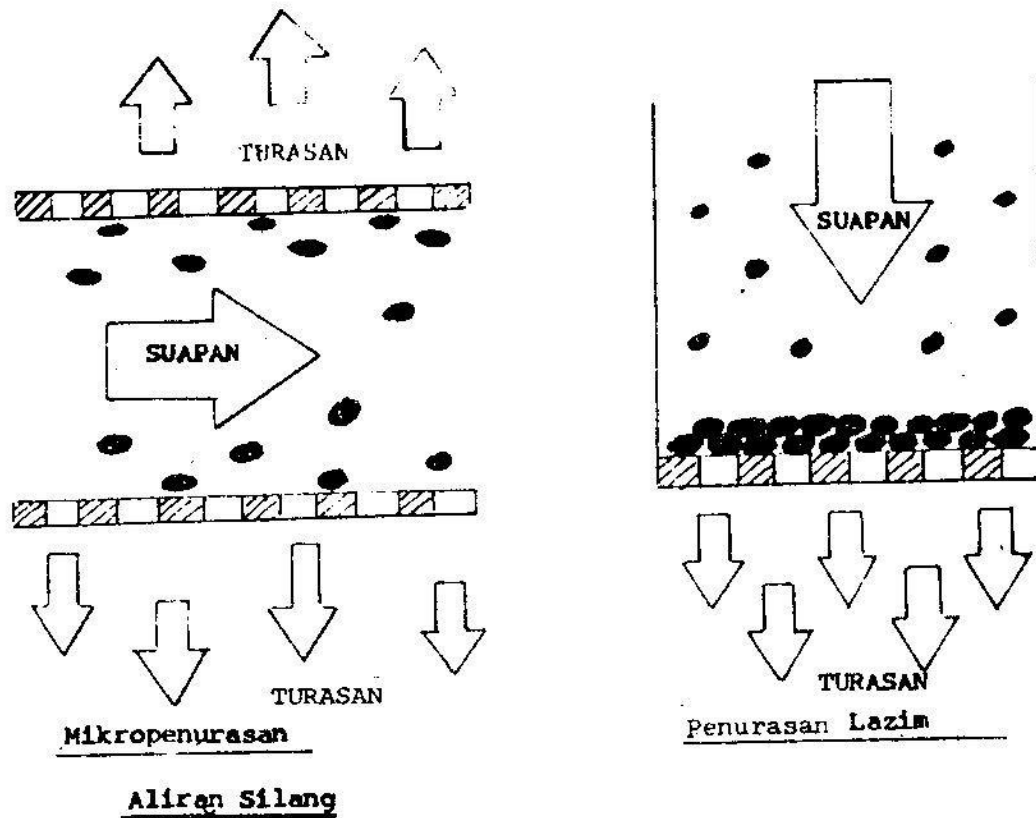
*Teknik mikropenurasan aliran silang (MAS) adalah teknik penurasan yang masih belum dieksploitasi sepenuhnya penggunaannya di Malaysia. Pengurangan kecenderungan pembentukan kek di permukaan media penuras mengakibatkan penghasilan kadar turasan yang tinggi dan ini membuatkan teknik ini sangat menarik jika dibandingkan dengan teknik-teknik penurasan lazim yang lain.*

*Kertaskerja ini melaporkan secara detail konsep MAS, rekabentuk dan penggunaannya di industri. Juga secara ringkas melaporkan keputusan penyelidikan penggunaan teknik MAS di UTM.*

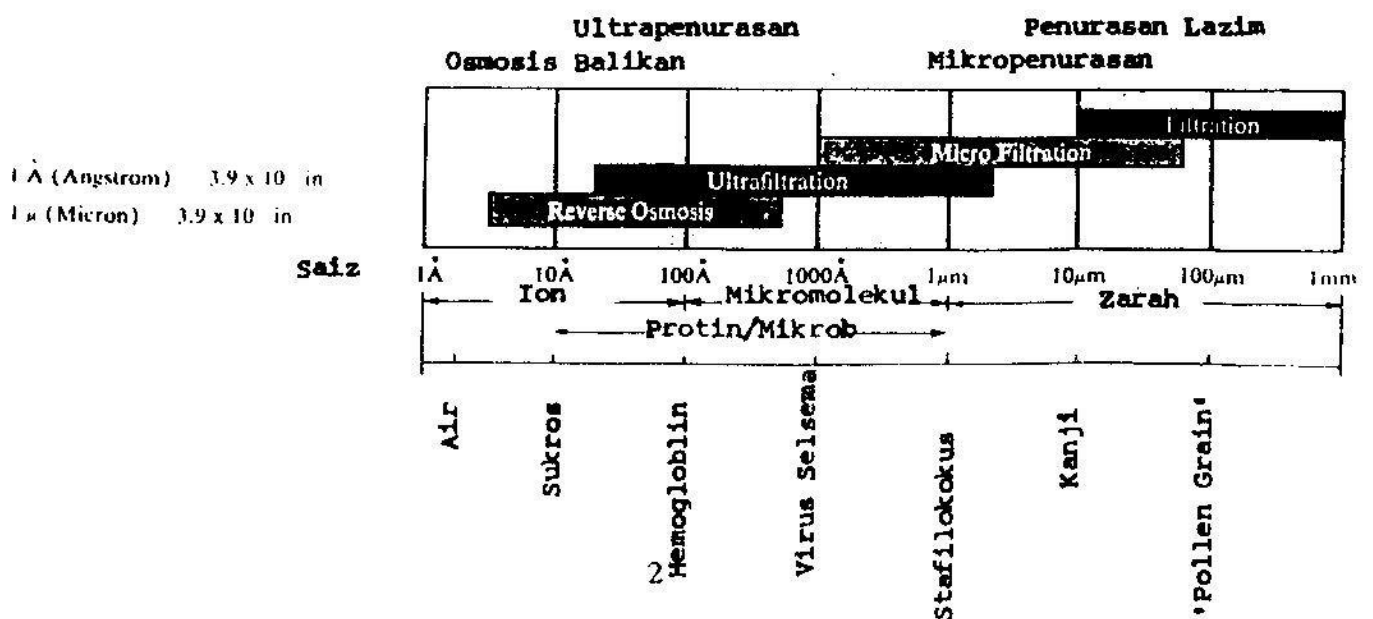
### Pengenalan

Penurasan lazim selalunya dijalankan dengan aliran buburan mengalir secara menegak ke arah permukaan media penuras. Akibatnya, terdapat pengumpulan pepejal di dalam atau berdekatan dengan permukaan media dan seterusnya menimbulkan kesan radikal ke atas prestasinya. Ampaian yang mengandungi koloid atau zarah bersaiz submikron selalunya susah untuk dituras. Selalunya, langkah prarawatan mesti dijalankan (seperti pengentalan dan penggumpalan) bagi menambah saiz zarah pepejal yang ingin dipisahkan. Penahanan zarah-zarah ini selalu mengakibatkan pemalaman media penuras dan seterusnya meninggikan rintangan penuras keseluruhan terhadap aliran bendalir.

Untuk menghapuskan masalah di atas, penurasan selaput yang melibatkan aliran silang telah diperkenalkan. Kaedah ini melibatkan aliran buburan selari dengan media penuras. Halaju turasan pada umumnya kecil jika dibandingkan dengan aliran buburan dan dengan itu, mengurangkan kemungkinan bagi pepejal atau koloid untuk terkumpul di permukaan media penuras. Penambahan hasil turasan keseluruhan menggunakan teknik mikropenurasan aliran silang (MAS) telah dilaporkan<sup>(1)</sup>. Bagaimanapun, dalam kebanyakan kes, selapis zarah ultrahalus wujud di dalam lapisan sempadan dekat dengan permukaan media penuras yang mana boleh mengakibatkan kejatuhan halaju turasan. Rajah 1 menunjuki perbandingan konsep di antara kedua-dua jenis penurasan yang telah dibincangkan di atas.



Rajah 1. Konsep Teknik MAS dan Penurasan Lazim.



Rajah 2 : Julat Saiz Zarah Yang Boleh Dipisahkan Oleh Pelbagai Teknik Penurasan.

Rajah 2 pula menunjukkan julat saiz zarah yang boleh dipisahkan oleh pelbagai proses penurasan<sup>(2)</sup>. Kaedah mikropenurasan melibatkan pemisahan zarah sehingga saiz koloid ( $\sim 0.1$  mikron) manakala kaedah ultrapenuras dan osmosis balikan masing-masing memisahkan zarah bersaiz makromolekul dan ion terlarut.

### Media dan Rekabentuk Penuras

Prinsip aliran silang memerlukan media pemisah yang tidak boleh telap kepada spesies yang perlu dipisahkan. Media tersebut tidak seharusnya mempunyai liang yang lebih besar daripada saiz zarah spesies yang terkecil. Media yang mempunyai liang yang lebih besar daripada saiz zarah terkecil boleh melakukan pemisahan melalui kesan penurasan dalaman, tetapi akan terdapat pengurangan keupayaan fluks.

Berikut adalah faktor-faktor<sup>(3)</sup> yang mesti dipenuhi oleh media penuras:-

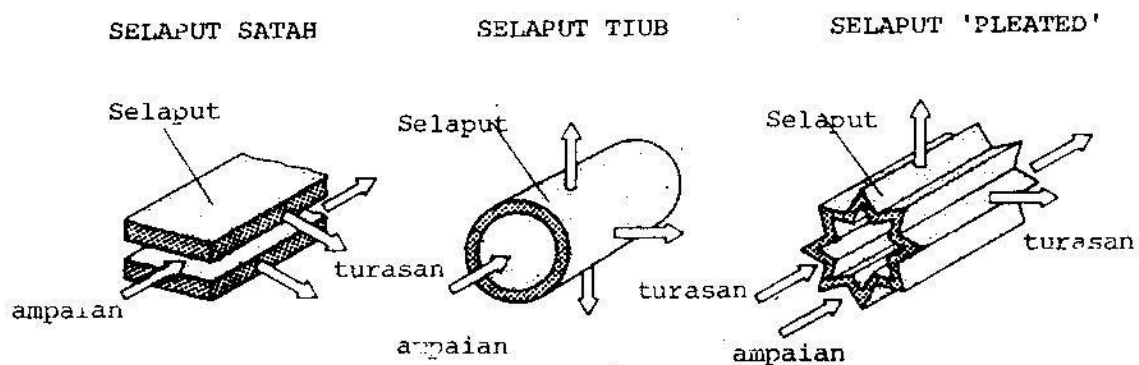
- a) saiz kebolehkawalan liang mesti sehingga 0.1 mikron atau kurang.
- b) agihan saiz keliangan yang sempit dan keliangan yang tinggi.
- c) kekuatan mekanik dan rintangan kepada kelelasan yang tinggi.
- d) rintangan terhadap kimia untuk membolehkan penggunaan terhadap pelbagai jenis bahan suapan dan pencucian dengan bahan kimia yang agresif jika perlu.
- e) mempunyai sifat pelindung terhadap kekotoran iaitu mempunyai rintangan kepada kelekitan atau penjerapan bahan suapan.
- f) khidrofilikan iaitu sifat kebasahan yang baik di mana media tersebut boleh dirawat secara kimia supaya mempunyai sifat tersebut.
- g) mempertahankan sifat asas pada julat suhu yang luas.
- h) kekuatan di mana media harus senipis yang boleh tetapi boleh menahan tekanan dan aliran dari semua arah.
- i) kebolehkkerjaan - di mana bahan media tersebut senang dibentuk sama ada berbentuk keping atau tiub.
- j) berharga murah.

Walau bagaimanapun, tiada satu bahan yang boleh memenuhi kesemua sifat-sifat seperti di atas tetapi empat jenis bahan berikut boleh dipertimbangkan:-

- o tiub/kepingan polimer yang mempunyai liang bersaiz sehingga 0.1 mikron. (Contoh jenama: PORVAIR, ACCUREL, ENKA, MIZPE) atau;

- o anyaman gentian dalam bentuk jaket hos api atau poliester.
- o bahan berliang dari berbagai jenis dan bentuk yang mempunyai saiz liang hingga 1 mikron serta mempunyai rintangan kimia dan mekanik yang baik; contohnya tiub keluli tahan karat yang berliang. (Contoh jenama: PORAL).
- o penuras seramik berliang yang mempunyai saiz liang sehingga 1 mikron dan keliangan sehingga 65%. Ia berharga murah dan mempunyai rintangan kepada alkali yang baik. (Contoh jenama: FAIREY, CERAFLU).
- o penuras kaca tersinter. Ia mempunyai rintangan kimia yang baik. (Contoh jenama: SCHOTT).

Rajah 3 menunjukkan tiga jenis rekabentuk penuras<sup>(4)</sup> yang telah dipopularkan:-



Rajah 3 - Jenis-jenis Rekabentuk Penuras

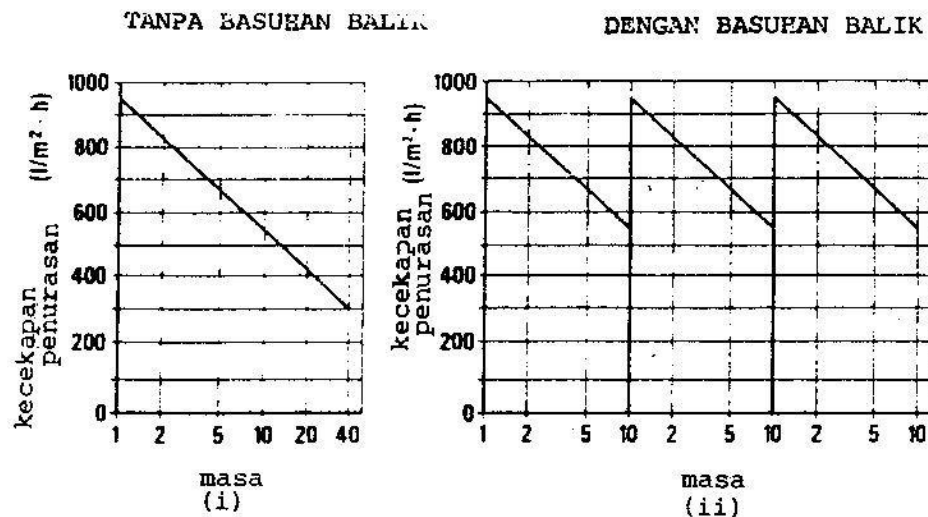
Walaupun ketiga-tiga rekabentuk tersebut berbeza tetapi mempunyai prinsip yang sama iaitu membenarkan ampaian yang berhalaju tinggi melaluinya dan menghasilkan turasan yang jernih.

### Kesusutan Fluks Turasan dan Proses Basuhan Balik

Satu kelakuan yang selalu ditemui bila menggunakan teknik MAS ialah kesusutan fluks turasan, contohnya seperti yang terdapat pada Rajah 4(ii)<sup>(5,6,7)</sup>. Kejatuhan fluks ini adalah akibat daripada rintangan yang timbul oleh sebab pengumpulan zarah halus di permukaan media. Walau bagaimanapun kejatuhan fluks tidak semendadak seperti bila menggunakan kaedah pemisahan lazim. Malah, pertambahan 78 kali kadar pemisahan telah dilaporkan<sup>(7)</sup> ketika penjernihan larutan perubatan dibuat dengan menggunakan kaedah MAS jika dibandingkan dengan cara lazim.

Fenomena pengumpulan zarah di permukaan MAS kadangkala dipanggil sebagai polarisasi zarah<sup>(1)</sup>. Tetapi penerangan detail mengenai mekanisme yang terlibat di dalam pengangkutan pepejal dalam aliran pukal ke permukaan selaput dan sebaliknya, masih lagi ditunggu. Fenomena ini mempunyai persamaan dengan fenomena polarisasi kepekatan yang berlaku di permukaan selaput ultrapenuras dan osmosis balikan, yang mana kedua-dua proses ini terlibat di dalam pemisahan zarah bersaiz kurang dari 0.1 mikron.

Untuk mengatasi masalah kejatuhan fluks ini, konsep basuhan balik telah diperkenalkan<sup>(4)</sup>. Basuhan balik melibatkan balikan pantas aliran penurasan dengan menggunakan turas bagi membersihkan permukaan media yang tersumbat. Dengan itu, kadar fluks yang tinggi boleh dicapai semula. Rajah 4(ii) di bawah ini menunjukkan kesan basuhan balik terhadap kecekapan penurasan<sup>(4)</sup>.



Rajah 4 - Kesan Proses Basuhan Balik

### Skop Penggunaan MAS Di Industri

Buat masa ini, penggunaan teknik MAS sedang diperluaskan di industri. Berikut adalah contoh proses yang mana teknik MAS digunakan<sup>(3)</sup>.

- o proses pemisahan di dalam pembuatan bahan secara berterusan di mana biasanya dilakukan secara proses berkelompok.

- o penggunaan di mana pengkelasan terhadap ampaian aliran pepejal diperlukan.
- o memekatkan aliran hasil sama ada sebelum pemisahan cecair dengan pengeringan atau sebagai proses penyahairan untuk hasil yang dikehendaki sebagai ampaian.
- o sebagai alternatif kepada proses penurasan biasa terutama di mana kawalan pencucian semula adalah perlu.
- o rawatan efluen untuk mendapat kembali hasil atau kepekatan bahan beracun sebelum efluen tersebut dibuang.
- o penjernihan berterusan aliran sisi bagi tujuan analisis atau kawalan aliran penjernihan yang berterusan.
- o pengeluaran turasan steril untuk kegunaan sistem biokimia dan industri elektronik.
- o penggunaan di mana kadar kitaran semula yang tinggi memberikan beberapa faedah sampingan seperti pemekatan untuk buburan ricihan nipis (concentration of shear-thinning slurries).
- o pemekatan fasa serakan dalam emulsi.

Dalam bidang bioteknologi, teknik ini mempunyai penggunaan yang luas<sup>(9)</sup>. Ia boleh digunakan dalam pengeluaran vaksin, penulenan hasil penapaian, perolehan 'monoclonal antibodies' dan pemeringkatan plasma.

### **Penyelidikan Penggunaan Teknik MAS Di UTM**

Buat masa ini, 2 penyelidikan sedang dijalankan bagi mengkaji kesesuaian teknik MAS dalam menyelesaikan masalah di industri petroleum. Penyelidikan-penyelidikan ini melibatkan penggunaan teknik MAS dalam:-

- a) pemisahan air-emulsi air dalam minyak<sup>(10)</sup>
- b) pemisahan air suntikan di pelantar minyak<sup>(11)</sup>

Penyelidikan a) dijalankan atas sebab air yang keluar bersama minyak dan gas dari telaga pengeluaran mengandungi titisan minyak yang boleh membentuk emulsi dan perlu diasingkan bagi menjaga air laut daripada dicemar. Daripada keputusan yang didapati, air laut telah dapat dipisahkan daripada emulsi walaupun selaput polietilena berketumpatan tinggi hanya telah digunakan untuk memisahkan bahan pepejal sahaja.

Penyelidikan b) pula melibatkan pembersihan segala jenis pepejal daripada air dan seterusnya untuk disuntik ke dalam telaga supaya kadar pengeluaran minyak dapat dikekalkan. Kualiti air yang hendak disuntik mestilah mempunyai kurang daripada 10% zarah yang bersaiz lebih besar daripada 5 mikron<sup>(12)</sup> supaya kerosakan-kerosakan formasi dapat dikurangkan ke paras minimum. Daripada kajian ini didapati bahawa teknik MAS dapat membersihkan air laut daripada zarah-zarah halus tanpa berlakunya kejatuhan fluks yang banyak. Satu pencapaian yang baik adalah didapati bahawa selaput yang mempunyai saiz liang purata 25 mikron telah dapat menyekat zarah yang lebih halus daripada menembusi liang dan seterusnya keluar bersama turasan.

Fenomena ini berlaku disebabkan lapisan zarah yang terbentuk pada permukaan penuras telah bertindak sebagai penuras sekunder yang mana ia telah menyekat zarah-zarah halus daripada sampai ke permukaan selaput. Lapisan zarah ini boleh bertindak sebagai selaput dinamik.

Kajian selanjutnya patut dibuat bagi merekabentuk modul MAS mungkin lebih cekap, dan paling mustahak lagi adalah ia mungkin lebih padat dan ringan. Ini dapat menyelesaikan masalah ruang yang terdapat di atas pelantar. Dengan adanya kelengkapan basuhan balik yang telah dibangunkan, teknik ini mungkin lebih menarik daripada teknik yang sedia ada.

## Kesimpulan

Pada masa ini, penggunaan teknik penurasan aliran silang di industri-industri di Malaysia masih belum wujud secara besar-besaran. Pengenalan teknik ini telah memberi industri-industri satu pilihan lagi dalam teknik pemisahan yang mana selama ini dikuasai oleh teknik penurasan lazim, penurasan osmosis balikan dan ultrapenurasan. Untuk meluaskan skop penggunaannya, pemahaman terhadap prinsip-prinsip dan kemahiran asas mesti diketahui terlebih dahulu. Apakah sifat media penuras yang diperlukan? Apakah kepentingan saiz liang penuras terhadap zarah dan bagaimana saiz liang tersebut mempengaruhi pemisahan? Bagaimanakah kandungan ampaian, reologinya dan sifat mekanik bahan tersebut mempengaruhi operasi? Dan adakah kosnya lebih menjimatkan daripada teknik yang digunakan sebelum ini? Jawapan kepada persoalan tersebut adalah terhad oleh itu pemahaman yang mendalam adalah perlu.

" Allah Saja Yang Lebih Mengetahui "



## RUJUKAN

1. Henry, J.D. dan Alfred, R.C., Dev. Ind. Microbiology 13, 1972.
2. Nitto Electric Industrial Co. Ltd., General Catalogue.
3. Bertera, R., Steven, H. dan Metcalfe, M., Chemical Engineer, June 1984.
4. Ostermann, A.E., World Filtration Congress, Ostend, Belgium, 24 - 25 April 1986.
5. Rushton, A dan Aziz, R., Intl. Membrane Tech. Conference, Sydney, Australia, Nov., 1983.
6. Rushton, A., Aziz, R dan Kamel, A., Filtration Symposium Nagoya '86 Japan, Oct. 1986.
7. Popp, D.M., Filtration and Separation, Mar/April 1983.
8. Porter, M.C., AIChE Symp. Series, 68, 1972. 120.
9. Martin, N. dan Luker, M., Chemical Engineer, Mar. 1987.
10. Aziz, R. dan Abdul Latif, M., Simposium III Jurutera Kimia Malaysia, UTM, 15-16 Jun 1987.
11. Aziz, R. Laporan Penyelidikan - Pemisahan Air Suntikan Dengan Menggunakan Teknik Mikropenurasan Aliran Silang, UPP, UTM, 1987.
12. Harvey, P.J. dan Blagden, H.R., Filtration and Separation, July/Aug. 1985.